

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ Patentschrift  
①⑪ DE 2353577 C2

⑤① Int. Cl. 3:  
G03 G 13/16  
G 03 G 15/16

②① Aktenzeichen: P 23 53 577.5-51  
②② Anmeldetag: 25. 10. 73  
④③ Offenlegungstag: 16. 5. 74  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 3. 85

⑦③

DE 2353577 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑦ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
02.11.72 US 303168

⑦③ Patentinhaber:  
Itek Corp., Lexington, Mass., US

⑦④ Vertreter:  
Abitz, W., Dipl.-Ing.Dr.-Ing.; Morf, D., Dr., Pat.-Anw.,  
8000 München

⑦② Erfinder:  
Buchan, William Raymond, Lincoln, Mass., US;  
Moore, Robert Allison, Amherst, N.H., US

⑤⑥ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:  
US 29 90 278

⑤④ Elektrophotographisches Verfahren

DE 2353577 C2

23 53 577

1

## Patentansprüche:

1. Elektrofotografisches Verfahren, bei dem das auf einem fotoelektrischen Aufzeichnungsmaterial erzeugte Tonerbild auf einen flexiblen Zwischenbildträger und von diesem auf ein angeprobtetes Bildempfangsmaterial durch Druck übertragen wird, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Zwischenbildträgers aus einem tragenden Substrat von 0,013 bis 0,13 mm Dicke, mit einer Bruchspannung von mindestens 344,9 bar und einem Kriechwert von unter 3% bei einer Belastung von 68,6 bar bei 175°C, auf dem sich eine 0,0025 bis 0,25 mm dicke Schicht aus Silikongummi oder einem Fluorelastomer befindet.

2. Elektrofotografisches Kopierverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zwischenbildträger verwendet wird, der zwischen dem tragenden Substrat und der Silikongummi- bzw. Fluorelastomerschicht eine reflektierende Zwischenschicht aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck zur Übertragung des Bildes vom Zwischenbildträger auf das Empfangsmaterial mittels eines Andruckelements ausgeübt wird, welches einen Druckimpuls mit einer steilen Anstiegsflanke liefert.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zwischenbildträger verwendet wird, der, bezogen auf das einem Quadratcentimeter seiner Oberfläche entsprechende Volumen, eine Wärmekapazität von unterhalb etwa  $3,1 \cdot 10^{-3} \text{ cal} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zwischenbildträger verwendet wird, dessen aus Silikongummi oder einem Fluorelastomer bestehende bildaufnehmende Schicht eine glatte Oberfläche mit einer freien Oberflächenenergie unterhalb etwa  $4 \cdot 10^{-4} \text{ N/cm}$  aufweist und eine Härte zwischen etwa 3 bis 70 (Shore A) aufweist, und der, bezogen auf das einem Quadratcentimeter seiner Oberfläche entsprechende Volumen, eine Wärmekapazität unterhalb etwa  $3,1 \cdot 10^{-3} \text{ cal} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  hat.

Die Erfindung betrifft ein elektrofotografisches Übertragungsverfahren mit Zwischenbildträger.

Zwischenbildträger für die Übertragung des Tonerbildes auf das Kopierpapier sind beispielsweise in der US-PS 29 90 278 beschrieben. Der Zwischenbildträger besteht aus einem Band mit weicher Oberfläche, welches keine mechanische Verbindung mit dem Toner eingeht. In der US-PS 33 74 769 wird als Zwischenbildträger eine transparente Trommel vorgeschlagen, die mit einem flexiblen Kuhlstoßstoff überzogen ist.

Einer der neueren Versuche zur Verbesserung von Druckübertragungs- und Schmelzverfahren wird in der US-PS 35 91 276 beschrieben. Bei diesem Verfahren wird ein Toner-Pulverbild von einer photoelektrischen Schicht auf ein Bildempfangsmaterial, wie beispielsweise Papier, als endgültiges Trägermaterial übertragen, indem das Tonerbild in Berührung mit einer Schicht aus elastomerem Material gebracht wird, um dabei das Tonerbild unter Druck und Einbettung des Pulvers, als

2

Folge der Verformung des elastomeren Materials, auf diese Schicht zu übertragen. Anschließend wird das Tonerbild von der elastomeren Schicht auf Papier übertragen, welches entweder vorerwärmt ist oder gleichzeitig erwärmt wird, wenn es in Druckkontakt mit der elastomeren Schicht gelangt. Dabei wird dem Papier, bevor es oder während es in Druckkontakt gelangt, genügend Wärme zugeführt, um die Tonerteilchen zu schmelzen und mit dem Papier zu vereinigen.

Zwar sind beim Verfahren der letztgenannten US-Patentschrift Übertragungs- und Schmelzvorgang verbessert, doch es bleiben noch beträchtliche Probleme zu lösen. Da das Papier beispielsweise merklich erwärmt werden muß, bevor oder während die Übertragung erfolgt, sind beträchtliche Energiemengen erforderlich, insbesondere, weil das Papier normalerweise Feuchtigkeit enthält, welche entfernt werden muß. Somit müssen infolge der Verwendung eines mit geringem Wirkungsgrad arbeitenden Erwärmungsverfahrens für den Toner hohe Wärmemengen zugeführt werden. Dies führt zu einer entsprechenden geringen Wirtschaftlichkeit und ferner zu anderen unerwünschten Begrenzungen bei den Kopierverfahren. Darüber hinaus kann sich die Qualität des erhaltenen Schmelzvorganges verringern, und zwar infolge gewisser inhärenter Begrenzungen bei der Kombination von Wärme und Druck, welche auftreten können, wenn vorgewärmtes Papier verwendet wird, um den Toner auf seinen Schmelzpunkt zu erhitzen. Im allgemeinen treten diese Begrenzungen auf, weil das Papier nur bis zu einem bestimmten Punkt erhitzt werden kann und weil steile Druckimpulse am Übertragungspunkt nicht verwendet werden.

Ein weiterer neuerer Versuch zur Verbesserung von Druckübertragungs- und Verschmelzungsverfahren wird in der US-PS 36 69 706 beschrieben. Die dort gezeigte Schmelzvorrichtung weist als Zwischenbildträger eine für Strahlungsenergie durchlässige drehbare Trommel auf, die mit einer elastischen, kompressiblen, für Strahlungsenergie durchlässigen Schicht sowie mit einer dünnen, biegsamen, Strahlungsenergie absorbierenden äußeren Lage abgedeckt ist. Ein Hauptnachteil dieses Verfahrens ist der geringe thermische Wirkungsgrad. Beispielsweise sind die kompressiblen Schichten absichtlich so bemessen, daß sie große Wärmemengen absorbieren, da die innere Schicht verhältnismäßig dick und die äußere Lage strahlungsabsorbierend ist. Ein geringer thermischer Wirkungsgrad ist ferner deshalb gegeben, weil die Schichtanordnung des Zwischenbildträgers zwischen der Wärmequelle und dem Toner vorhanden ist und so die Wärme der Unterseite des Tonerbildes zugeführt wird. Da sich die Trommel aufheizt, besteht ferner der weitere Nachteil, daß die Lebensdauer der photoelektrischen Schicht, die diese kontaktiert, verringert wird. Schließlich ist an der Übertragungsstelle ein höherer Druck erforderlich, da die Wärme von der Oberfläche zum Toner durch Wärmeleitung anstelle von Wärmestrahlung übertragen wird; dicke Schichten machen es jedoch schwierig, einen Druckimpuls mit einer kurzen Anstiegszeit zu erhalten. Da ferner die elastomere Schicht verhältnismäßig dick ist, wird eine Verzerrung der Bildabmessungen erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein elektrofotografisches Verfahren zu schaffen, welches die Vorteile der in der vorausgehend genannten US-Patentschrift aufgezeigten Verbesserungen aufweist, während sie jedoch nicht die begleitenden Nachteile besitzt.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in den Ansprüchen angegeben.

23 53 577

3

Das Tonerbild auf dem Zwischenbildträger wird vorzugsweise selektiv auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher dann ein Fließen des Bildes eintritt, wenn auf dieses ein ausreichender Druck ausgeübt wird. Eine selektive Erhitzung kann mittels eines Heizstrahlers und die richtige Auswahl des Materials des Zwischenbildträgers erfolgen. Ein Bildempfangsmaterial als endgültiges Trägermaterial, welches beispielsweise von Rollen zugeführt wird, wird anschließend in Druckkontakt mit dem erhitzten Toner auf dem Zwischenbildträger gebracht. Dazu ist unmittelbar hinter dem Heizstrahlerbereich ein Druckelement angeordnet, um Druckimpulse mit steiler Anstiegsflanke zu erteilen. Das Vorwärmen des Toners und die Verwendung von Zwischenbildträgern ergibt eine ausgezeichnete Tonerübertragung und Verschmelzung, besonders wenn der Toner selektiv erwärmt wird und die Kraft derart ausgeübt wird, daß der erhaltene Druckimpuls eine steile Anstiegsflanke aufweist.

Diese Arbeitsweise hat viele Vorteile. Beispielsweise kann mit dieser Übertragungs- und Schmelzvorrichtung eine höhere Auflösung in der erhaltenen Kopie erzielt werden als bisher. Dies ist wichtig, weil in kurzer Zeit neue elektrophotographische Verfahren entwickelt worden sind, welche die Ausbildung von Tonerbildern mit höherer Auflösung gestatten, wobei jedoch diese Bilder übertragen und geschmolzen werden müssen, ohne daß merkliche Verluste in der Auflösung eintreten, wenn die Verbesserung nicht hinlänglich sein soll. Elektrostatische Übertragungsverfahren scheinen in der erreichbaren Auflösung begrenzt zu sein.

Darüber hinaus wird die Verarbeitung des Papiers, welche üblicherweise ein ernstes Problem in elektrophotographischen Kopiergeräten darstellt, vereinfacht. Der Grund dafür liegt zum Teil darin, daß die Notwendigkeit der Erwärmung von Papieren mit nicht geschmolzenen Tonerbildern, welche ein Merkmal vieler bekannter Verfahren darstellt, beseitigt ist. Ferner ist es nicht mehr notwendig, auf elektrostatische Weise Kopierpapier an einer photoleitfähigen Oberfläche haftend zu machen, wodurch das schwierige Problem ausgeschaltet wird, daß Papierblätter nach dem Austritt aus der Maschine zusammenkleben, weil Restladungen an ihnen haften.

Schließlich kann eine Vielfalt von Substraten als Bildempfangsmaterialien verwendet werden, weil das Tonerbild mechanisch übertragen wird, und zwar sowohl leitende, wie nichtleitende Substrate. Da das Bildempfangsmaterial lediglich zwischen zwei Druckrollen hindurchgeführt wird, können Substrate verwendet werden, die nicht flexibel sind, und schließlich können auch sehr empfindliche Materialien verwendet werden, indem sehr schonende Übertragungsbedingungen geschaffen werden.

Ein weiterer Vorteil dieser Arbeitsweise besteht darin, daß das Bildempfangsmaterial, welches üblicherweise aus Papier besteht, Wärme aus der Vorrichtung abführt. In dieser Beziehung wirkt das Papier als Wärmesenke, so daß Wärme von dem heißen Toner und dem Zwischenbildträger auf das Papier übertragen werden kann, welches anschließend die Vorrichtung verläßt. Aus diesem Grunde tritt in einzelnen Bereichen der Kopiervorrichtung eine viel geringere Erwärmung auf.

Zusätzlich zu den vorausgehend genannten Vorteilen gegenüber bekannten Übertragungs- und Schmelzverfahren weist das erfindungsgemäße Verfahren mehrere erhebliche Vorteile gegenüber Verfahren auf, die elastomere Zwischenbildträger verwenden, wie in den US-Patentschriften 35 91 276 und 36 69 706 beschrieben. So

4

wird infolge der Erhöhung des gesamten thermischen Wirkungsgrades erheblich weniger Leistung benötigt, was durch wahlweise Vorerhitzung des Toners und durch Ausbildung des Zwischenbildträgers mit niedriger Wärmekapazität usw. erreicht wird. Zusätzlich kann die Übertragung vom photoleitfähigen Aufzeichnungsmaterial zum Zwischenbildträger durch Einstellung des verwendeten Übertragungsdrucks und Auswahl der bildaufnehmenden Schicht des Zwischenbildträgers gesteuert werden, so daß tatsächlich jede beliebige Toner-Teilmenge des primären Tonerbildes auf den Zwischenbildträger übertragen werden kann. Dies stellt einen wichtigen Vorteil dar, und zwar nicht nur, weil für jede Kopie weniger Toner verwendet wird, sondern auch, weil mehrere Kopien mit nur einem Tonerbild, d. h. von einem einzigen entwickelten elektrostatischen latenten Bild hergestellt werden können, wenn weniger als die gesamte Tonermenge des Tonerbildes übertragen wird. Ein elektrostatisches latentes Bild auf dem Aufzeichnungsmaterial, welches üblicherweise eine photoleitfähige Schicht aufweist, kann dabei auch ständig erneuert mit Toner versehen und teilweise auf den Zwischenbildträger übertragen werden, von wo es im wesentlichen vollständig übertragen und mit dem Bildempfangsmaterial, beispielsweise mit Papier verschmolzen wird. Die Erhaltung des latenten Bildes, infolge mechanischer Übertragung des Tonerbildes, liefert einen größeren Wirkungsgrad des Kopiervorgangs und eine schnellere Produktion von Kopien, und es besteht dabei die Neigung, daß die photoleitfähige Schicht weniger abgenutzt wird.

Da gemäß der US-PS 35 91 276 das Kopierpapier, bzw. Bildempfangsmaterial, vorerwärmt oder gleichzeitig auf Temperaturen erwärmt wird, die oberhalb des Toner-Schmelzpunktes liegen, kann das Papier nicht als Wärmesenke zur Kühlung des Übertragungselements dienen. Daher besteht für den Zwischenbildträger eine Neigung, sich aufzuheizen, was die Tonerübertragung von der photoleitfähigen Schicht beeinträchtigen kann und was sogar zu einer thermischen Beschädigung der empfindlichen photoleitfähigen Schicht führen kann.

Die Erfindung wird anschließend an Hand der Zeichnungen beschrieben; es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Übertragungsvorrichtung unter Verwendung eines Zwischenbildträgers,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Arbeitsweise unter Verwendung einer Trommel als Zwischenbildträger,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Arbeitsweise unter Verwendung eines Bandes als Zwischenbildträger und einer Walze, die hinter dem Band an der photoleitfähigen Fläche in Anlage gebracht werden kann, was durch Verschieben der Walze erfolgt,

Fig. 4 eine perspektivische Teilansicht eines Schnitts eines Zwischenbildträgerbandes,

Fig. 5 typische Kurvendarstellungen des Wärmeübergangs zum und vom Kopierpapier (Bildempfangsmaterial), bei welchen die Temperatur des Papiers ( $T_p$ ) über der Zeit ( $t$ ) in den verschiedenen Bereichen aufgetragen ist,

Fig. 6 typische Kurvendarstellungen des Wärmeübergangs von und zum Tonerbild, bei welchen die Temperatur des Toners ( $T_t$ ) über der Zeit ( $t$ ) in verschiedenen Bereichen aufgetragen ist und

Fig. 7 typische Kurvendarstellungen der Druckimpulse als Funktion der Zeit.

In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung die erfin-

23 53 577

5

dungsgemäße Arbeitsweise dargestellt. Ein fotoleitfähiges Aufzeichnungsmaterial-Blatt, wie beispielsweise Zinkoxidpapier 1, welches ein entwickeltes, aber nicht geschmolzenes Tonerbild 3 trägt, tritt zwischen Walzen 5 und 7 hindurch, welche über einen Motor 9 mit der gleichen Drehzahl angetrieben werden. Das Tonerbild 3 ist in der Zeichnung aus zwei Lagen von Tonerteilchen bestehend dargestellt, obwohl gewöhnlich mehr Lagen verwendet werden. Der Druck zwischen den Walzen 5 und 7 kann durch eine Federanordnung 10 eingestellt werden.

Ein Band 11 als Zwischenbildträger ist über die Walzen 7, 12 und 13 in einer endlosen Schleife geführt. Das Band 11 kann beispielsweise aus einem Polyimidfilm-substrat bestehen, welches einen Überzug aus Silikon-gummi oder einem Fluorelastomer mit einer Stärke von 0,0025 bis 0,25 mm aufweist, um den Zwischenbildträger mit einer glatten Oberflächenschicht zu versehen, welche eine geringe freie Oberflächenenergie aufweist und eine Härte zwischen 3 und 70 (Shore A). Die Einzelheiten eines brauchbaren Zwischenbildträgers werden an späterer Stelle beschrieben.

Da das Zinkoxidblatt 1, welches das Tonerbild 3 trägt, durch den Spalt zwischen den Walzen 5 und 7 tritt, gelangt eine Teilmenge der Tonerschicht des Tonerbildes 3 auf die Oberfläche des Bandes 11, wie dies durch eine einzige Schicht des Tonerbildes 3' dargestellt ist. Diese Übertragung wird mit  $T_1$  bezeichnet. Durch Einstellung des Drucks zwischen den Walzen 5 und 7 und Auswahl eines Zwischenbildträgers, welcher im Betriebsbereich die gewünschten Eigenschaften aufweist, kann der Betrag des bei  $T_1$  auf den Zwischenbildträger abgegebenen Toners gesteuert werden. Durch Einstellung der verschiedensten Parameter einschließlich des Drucks, des elektrostatischen latenten Bildes, der Oberflächeneigenschaften und der Dicke des Zwischenbildträgers kann der Bereich der Tonerübertragung zwischen etwa einer Tonerübertragung von 20% bis etwa 80% eingestellt werden. In erster Annäherung haben weichere Materialien und höhere Drücke das Bestreben, betragsmäßig eine höhere Tonerübertragung bei  $T_1$  zu ergeben, und umgekehrt.

Wie ersichtlich, wird ein Teil des Tonerbildes 3 nicht vom Zinkoxidblatt 1 übertragen und verbleibt dort als nicht-übertragenes Tonerbild 3". Das Tonerbild 3" kann erneut entwickelt werden, falls mehrere Kopien hergestellt werden sollen, es kann entfernt werden, so daß das Blatt 1 wieder verwendet werden kann, oder es kann schließlich einfach mit dem Blatt 1 weggeworfen werden. Das Tonerbild 3' gelangt in eine Heizstrahlerzone, die durch Heizstrahlerelemente 21 gebildet wird, welche von einem Reflektor 23 umgeben sind. Die Strahlungswärme hat das Bestreben, den Toner selektiv zu erwärmen. Für eine maximale selektive Erwärmung ist es natürlich wünschenswert, ein Band 11 mit niedriger Wärmeabsorption im Vergleich zu jener des Tonerbildes 3' zu verwenden. Dies kann üblicherweise gleich erfolgen, da die gebräuchlichen Toner schwarz pigmentiert sind und da es keine Schwierigkeiten macht, Bandmaterialien zu verwenden, die farblos und transparent oder weiß pigmentiert sind.

Die Heizstrahlerzone ist kurz bemessen und weist eine hohe Temperatur auf. Ihre Länge sollte ausreichen, um jede Stelle des Zwischenbildträgers etwa innerhalb  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{2}$  Sekunde zu erwärmen und sie sollte eine genügend hohe Temperatur besitzen, um mindestens etwa  $6.4 \text{ W/cm}^2$  bei einer Bandgeschwindigkeit von  $19 \text{ cm/s}$  zu liefern. Kürzere, gedrängter gebaute Heizstrahler,

6

die mit höherer Temperatur arbeiten, weisen einen kleineren Wärmeverlust auf als längere Heizstrahler, und besitzen daher einen besseren Wirkungsgrad.

Ein Bildempfangsmaterial, wie beispielsweise Papier 25, wird von einer Rolle 27 zugeführt. Das Papier 25 wird mit dem Zwischenbildträgerband 11 mittels eines Druckstabs 29 in Druckkontakt gebracht, und zwar an einer Stelle, die eng benachbart dem Austritt des Tonerbildes 3' von der Heizstrahlerzone liegt. Auf diese Weise wird jegliche unnötige Wärmeabstrahlung vom Bild an die Umgebungsatmosphäre vor dem Übertragungs- und Schmelzvorgang vermieden.

Der Druckstab 29 weist eine abgeschrägte Vorderkante auf, an die sich eine flache Hinterkante anschließt, um das Papier 25 zu einem schmalen Berührungsbereich  $T_2$  zu bringen, in dem der Toner vom Band 11 zum Papier 25 übertragen wird. Die Breite der flachen Hinterkante des Druckstabs 29 wird gering gehalten, so daß der Druckimpuls bei  $T_2$  eine steile Anstiegsflanke aufweist. Es wurde gefunden, daß eine Druckanwendung in dieser Weise dazu neigt, erwärmten Toner in das kalte Papier zu bringen, bevor der Toner unter seinen Erstarrungspunkt abkühlen kann. Auf diese Weise wird eine mechanische Bindung zwischen Papier und Toner erhalten, bevor der Toner im Papier erstarrt. Diese Kombination eines Druckimpulses und einer Vorerwärmung des Toners ermöglicht einen völlig zufriedenstellenden Übertragungs- und Schmelzvorgang des Tonerbildes.

Nachdem der Übertragungs- und Schmelzvorgang bei  $T_2$  stattgefunden hat, wird das Papier 25 in Berührung mit dem Band 11 gehalten und um eine Führungswalze 28 einer Papierschnidvorrichtung 33 zugeführt, welche das Papier auf die gewünschte Blattlänge abschneidet. Das Papier 25 und das Band 11 bleiben anschließend an den Bereich  $T_2$  für eine gewisse Zeitspanne in Berührung miteinander, bevor sie zur Schnidvorrichtung 33 gelangen, so daß Wärme vom Band 11 auf das Papier 25 übertritt und anschließend aus der Vorrichtung abgeführt wird. Diese erweiterte Kühlzone stellt ein Merkmal der beschriebenen Übertragungs- und Schmelzvorrichtung dar, weil dadurch die früher unerwünschte hohe Wärmekapazität des Papiers einem nützlichen Zweck zugeführt wird. Normalerweise sollten Papier und Band mindestens für etwa 0,5 Sekunden oder länger in Berührung bleiben, um eine ausreichende Kühlwirkung zu erzielen. Die erweiterte Kühlzone macht es ferner möglich, das Zwischenbildträgerband als Teil des Papiertransportsystems zu verwenden.

Eine fertige elektrophotographische Kopie 35, die aus einem Papierträger 25 und einem einheitlich verschmolzenen Tonerbild 3' besteht, tritt aus der Kopiermaschine aus und führt den größten Teil der dem Toner und dem Band zugeführten Wärme mit sich. Aus diesem Grunde wird das Band 11 um die Walze 13 zur Walze 7 für die nächste Übertragung eines entwickelten elektrostatischen Bildes in einem im wesentlichen gekühlten Zustand zurückgeführt.

In Fig. 2 ist schematisch eine Kopiervorrichtung dargestellt, in welcher eine Trommel als Zwischenbildträger verwendet wird, wobei die Vorrichtung so arbeitet, daß mehrere Kopien bei einer einzigen Belichtung der photoleitfähigen Trommel 50 zu erhalten sind. Üblicherweise besteht die photoleitfähige Trommel aus einem leitenden Metallträger 51, beispielsweise Aluminium, welcher an seiner Außenfläche mit einer photoleitfähigen Schicht 52 überzogen ist, die üblicherweise aus glasartigem Selen besteht. Die Trommel 50 läuft um ihre Achse um, und zwar entsprechend der Darstellung ge-

23 53 577

7

gen den Uhrzeigersinn. Eine Reinigungsbürste 55, welche an einem gleitbaren Element 56 befestigt ist, um ein Zurückziehen der Bürste zu ermöglichen, entfernt Tonreste von der Oberfläche der Trommel 50, wenn dies gewünscht wird.

Auf der Oberfläche der Trommel 50 wird mittels einer Korona-Ladungseinheit 57 eine gleichmäßige elektrostatische Ladung gebildet. Die Korona-Ladungsvorrichtung 57 ist elektrisch mit einer Energiequelle, wie der Batterie 58, und der Erde verbunden. Die gleichmäßig elektrostatisch aufgeladene Trommel 50 wird anschließend an einer Belichtungsstation 60 vorbeigeführt, die aus einer Lichtquelle 61, einer Abbildungslinse 62 und einem Schlitz 64 besteht und durch welche eine Kopiervorlage 63 auf der Oberfläche der Trommel 50 abgebildet wird.

Die Entwicklung des auf diese Weise erzeugten latenten elektrostatischen Bildes erfolgt durch eine Kaskadenentwicklungsrichtung 65. Diese besteht üblicherweise aus einem Gehäuse 66, in dem ein Schaufelfördersystem angeordnet ist, welches durch ein endloses Förderband 67 mit daran angebrachten Schaufeln 68 gebildet wird. Der elektrostatische Entwickler wird von den Schaufeln 68 aus einem Vorrat 69 entnommen und zu einer Stelle am oberen Bereich der Trommel angehoben, worauf er mittels einer Führung 70 über die Trommelfläche verteilt wird. Beim Herabfallen des Entwicklers über die Trommel 50 trennen sich die Tonerteilchen von den Trägereilchen und werden an der Trommelfläche entsprechend dem dort vorhandenen latenten elektrostatischen Bild abgelagert, wodurch ein sichtbares Tonerbild entsteht. Überschüssiger Toner wird durch eine Führung 71 zum Vorrat 69 zurückgeführt. Eine vorgespannte Entwicklerelektrode 72 ist im engen Abstand zur Trommelfläche angeordnet, um das Entwickeln zu verbessern.

Andere Vorrichtungen zur Herstellung elektrostatischer latenter Bilder auf Aufzeichnungsschichten sind bekannt und können anstelle der dargestellten Vorrichtung verwendet werden. Insbesondere sind Einzelheiten über geeignete fotoleitfähige Elemente, Ladevorrichtungen, Belichtungsrichtungen und Entwicklungsvorrichtungen in den folgenden US-Patentschriften beschrieben: 32 77 957; 33 12 548; 35 52 848; 35 66 108; 35 98 991; 36 72 864; 36 15 128; 36 28 786; 36 11 992 und 28 32 311.

In vielen bekannten Kopiervorrichtungen wird das entwickelte elektrostatische Bild unmittelbar von der photoleitfähigen Schicht auf das Bildempfangsmaterial, gewöhnlich Papier, als endgültiger Kopieträger übertragen. Übliche bekannte Übertragungssysteme sind in den US-Patentschriften 35 84 195, 36 42 362 und 36 47 292 dargestellt.

Im vorliegenden Falle wird jedoch ein z.B. trommelförmiger Zwischenbildträger verwendet, um das Tonerbild von der Oberfläche der Aufzeichnungstrommel 50 aufzunehmen und das Tonerbild auf ein Bildempfangsmaterial zu übertragen und mit diesem zu verschmelzen. Die Zwischenbildträgertrommel 80 kann aus einem Trommelträgermaterial 81, beispielsweise Aluminium bestehen, welches mit einer bildaufnehmenden Zwischenübertragungsschicht 82 überzogen ist, welche die notwendigen, anschließend beschriebenen Übertragungseigenschaften aufweist. Eine Koronaentladungsvorrichtung 83 wird verwendet, um jegliche elektrostatische Restladungen an der Oberfläche der Trommel 80 vor Erreichen des Übertragungspunktes bei  $T_1$  zu neutralisieren. Zusätzlich ist die Trommel 80 vorzugsweise

8

geerdet. Die Trommel 80 läuft im Uhrzeigersinn um und ist derart angeordnet, daß die Oberfläche der bildaufnehmenden Schicht 82 bei  $T_1$  in Druckkontakt mit der Oberfläche der Trommel 50 gelangt. Bei Berührung des Tonerbildes auf der Oberfläche der Trommel 50 mit der Oberfläche der Schicht 82 wird eine Teilmenge des Toners auf die Oberfläche der Schicht 82 übertragen. Wie vorausgehend erklärt wurde, kann die Menge des Toners auf der Oberfläche der Trommel 50, welche an diesem Punkt übertragen wird, dadurch gesteuert werden, daß der Druck zwischen den Trommelflächen verstellt wird und ferner durch Auswahl des Materials für den Zwischenbildträger, welches die für die gewünschte Übertragung benötigten Eigenschaften besitzt.

Nachdem ein Tonerbild auf die Oberfläche der Trommel 80 übertragen wurde, gelangt es zu einer Strahlungschwächervorrichtung 85, welche aus Heizelementen 86 und einem Reflektor 87 besteht, welche vorzugsweise und selektiv das Tonerbild auf der Oberfläche der Schicht 82 auf eine oberhalb seines Schmelzpunktes liegende Temperatur erhitzen.

Ein Bildempfangsmaterial, wie beispielsweise Papier 88, wird von einer Papierrolle 89 zugeführt und wird mittels einer Führungswalze 90 zu einer Andruckvorrichtung 92 geführt. Die Führungswalze 90 ist beheizt und dient zur Vorwärmung des Papiers 88. Das Papier 88 wird jedoch lediglich auf eine Temperatur erwärmt, die wesentlich unterhalb des Schmelzpunktes des Toners liegt. Auf diese Weise kann die Wärmeübergangsgeschwindigkeit vom Toner zum Papier verringert werden, wodurch mehr Zeit für die Übertragung zur Verfügung steht, bevor der Toner sich unter seinen Schmelzpunkt abkühlt. Die Andruckvorrichtung 92 besteht aus einer größeren Hilfswalze 93 und einer kleineren Druckwalze 94, wovon beide axial versetzt angeordnet sind, um die auf sie durch die Drehung der Trommel ausgeübten Kräfte zu kompensieren. Die kleinere Druckwalze 94 führt am Kontaktpunkt  $T_2$  einen Druckimpuls mit einer steilen Anstiegsflanke zu.

Nach dem bei  $T_2$  erfolgten Übertragungs- und Schmelzvorgang wird das Papier 88 durch eine Führungsrolle 95 längs der Zwischenbildträgertrommel 80 geführt, wobei Wärme auf das Papier übertragen wird; anschließend gelangt das Papier zu den Antriebswalzen 96 und wird durch diese durch eine Schneidvorrichtung 97 geführt, welche das Papier auf die gewünschte Länge schneidet und die Kopien 98 in einem Sammelbehälter 99 ablegt.

Wie bereits vorausgehend erwähnt wurde, arbeitet die in Fig. 2 dargestellte Kopiervorrichtung mit Echtheit des primären Bildes, d. h. liefert mehrere Kopien, ausgehend von einer optischen Belichtung der photoleitfähigen Trommel. Bei diesem Vorgang wird die Reinigungsbürste 55 anfänglich zur Reinigung der Oberfläche der Trommel 50 verwendet und wird dann, wie dargestellt, von der Trommelfläche zurückgezogen. Die Korona-Ladevorrichtung führt eine gleichmäßige elektrostatische Ladung zu und eine Kopiervorlage 63 wird durch die Belichtungsstation 60 auf der Oberfläche der Trommel 50 abgebildet, worauf das latente elektrostatische Bild durch den Kaskadenentwickler 65 entwickelt wird. Das entwickelte Bild auf der Trommel 50 besteht aus mehrfachen Tonerlagen. Der Druck zwischen der Oberfläche der Trommel 50 und der Zwischenbildträgertrommel 80 wird derart eingestellt, daß weniger als die gesamte Tonermenge dieses Tonerbildes bei  $T_1$  übertragen wird. Gute Ergebnisse unter Er-

haltung des primären Bildes wurden beispielsweise erzielt, wenn ein Betrag zwischen etwa 30% bis etwa 50% der Gesamttonermenge von der Oberfläche der Trommel 50 bei  $T_1$  übertragen wurde. Das auf die Trommel 80 übertragene Tonerbild wird wahlweise durch die Strahlungsheizvorrichtung 85 erhitzt und in der dargestellten Weise auf Papier übertragen. Das verbleibende Tonerbild auf der Trommel 50, welches nach wie vor als Bild vorliegt, läuft an der zurückgezogenen Reinigungsbürste vorbei sowie an der Korona-Ladestation 57 und der Belichtungsstation 60, welche nicht betätigt werden. Beim Durchtritt am Kaskadenentwickler 85 wird das geschwächte Tonerbild zu einem vollständigen Tonerbild erneuert und ist für eine weitere teilweise Übertragung zur Trommel 80 bereit. Durch eine sorgfältige Auswahl der Arbeitsbedingungen bei  $T_1$  und  $T_2$  kann eine Anzahl von Kopien, ausgehend von einer optischen Belichtung erhalten werden. Dies hat anerkannterweise viele Vorteile.

In Fig. 3 ist eine Tonerübertragungs- und Schmelzvorrichtung schematisch dargestellt, welche einen bandförmigen Zwischenbildträger der in Fig. 1 dargestellten Bauart verwendet.

Hier ist eine photoeleitfähige Trommel 100 vorhanden, die ohne die weiteren Vorrichtungen zur Bildentwicklung und zur Reinigung dargestellt ist, welche gleich oder ähnlich ausgebildet sind, wie sie vorausgehend beschrieben wurden. Ein Zwischenbildträgerband 102 ist in einer endlosen Schleife um Walzen 104, 106, 108 und 110 geführt. Das Band kann beispielsweise durch einen Motor 112 angetrieben werden, welcher die Walze 108 im Uhrzeigersinn antreibt. Die Walze 104 kann mittels einer Zugfeder 114 eingestellt werden, um jeglichen Durchhang im Zwischenbildträgerband 102 aufzunehmen, welcher durch Dimensionsänderungen als Folge von Temperaturänderungen vor, während oder im Anschluß an das Kopierverfahren aufgetreten sind. Die Walze 110 besteht vorzugsweise aus Hartgummi, welcher elektrisch durchlässig ist, so daß irgendwelche elektrischen Ladungen, die sich am Band 102 aufgebaut haben, wie beispielsweise reibungselektrische Ladungen, die zwischen den Walzen und dem Band entstanden sind, abgeleitet werden, bevor das Band die photoeleitfähige Trommel 100 erreicht.

Die Übertragung bei  $T_1$ , d. h. von der Oberfläche der photoeleitfähigen Trommel auf das Zwischenbildträgerband 102 wird durch eine Übertragungswalze 116 gesteuert, welche an der Rückseite des Bandes 102 derart angeordnet ist, daß sie durch Einstellung der Zugfeder 118 ein- und auswärts bewegt werden kann. Auf diese Weise bringt die Übertragungswalze 118 das Band 102 in oder außer Eingriff mit der photoeleitfähigen Trommel bei  $T_1$  und steuert ferner den Druck bei  $T_1$ . Auf diese Weise wird ein Verfahren zur Herstellung der Menge des bei  $T_1$  übertragenen Toners erhalten, ohne daß die Oberflächeneigenschaften des Bandes 102 verändert werden.

Die Übertragungswalze 116 kann aus einem verhältnismäßig weichen oder verhältnismäßig harten Material bestehen, wobei jedoch für eine breite Anwendung vorzugsweise ein Material mit einer mittleren Härte bevorzugt wird.

Das Papier 120 wird von einer Papierrolle 122 zugeführt und gelangt bei  $T_2$  in Berührung mit dem Tonerbild am Band 102. Eine Führungsrolle 124 führt das Papier einer Andruckvorrichtung 128 zu, welche aus großen miteinander verriegelten Walzen 129 und 130 sowie einer kleinen Walze 131 besteht, die auf den größeren

Walzen aufliegt.

Die Walze 106 beheizt und dient zur Erwärmung des Tonerbildes durch Zuführung von Wärme zum Band 102, welches seinerseits das Tonerbild erhitzt. Die Walze 106 kann aus einem guten Wärmeleiter bestehen, beispielsweise aus Aluminium und kann durch einen in ihrem Kern angeordneten Heizwiderstand erhitzt werden.

Nach der Übertragung bei  $T_2$  bleibt das Papier 120 ausreichend lange in Berührung mit dem Band 102, um eine Kühlung des Bandes zu gewährleisten. Das Papier 120 wird anschließend durch eine Führungswalze 132 von der Übertragungs- und Schmelzvorrichtung weggeführt.

Zwar wird auch hierbei wie bei der Vorrichtung nach der US-PS 36 69 706 das Tonerbild durch die Walze 106 und das Band 102 hindurch auf seiner Unterseite erwärmt, so daß an sich der thermische Wirkungsgrad verschlechtert wird, das wird jedoch wie nachfolgend ausgeführt durch besondere Ausbildungen des Zwischenbildträgerbandes und der Walze 106 kompensiert. Auch hat das Band 102 genügend Zeit und Möglichkeit sich abzukühlen, ehe es wieder mit der photoeleitfähigen Trommel 100 in Berührung kommt, so daß eine Beschädigung der photoeleitfähigen Schicht vermieden wird.

Daß Band 102, 150 besteht aus Materialien, welche bestimmte physikalische Erfordernisse erfüllen müssen. Da die meisten üblicherweise verwendeten elektrofotographischen Toner bei Temperaturen zwischen etwa 90°C und 130°C schmelzen, müssen diese Materialien gute mechanische Festigkeiten bei den Betriebstemperaturen aufweisen, welche etwa 175°C erreichen können. Beispielsweise ist ein Material mit einer Bruchspannung von mindestens etwa 344,9 bar und einem Kriechwert unter 3% bei einer Belastung von 68,6 bar bei 175°C geeignet. Geeignete Materialien sollten darüber hinaus bei diesen Temperaturen keine merkliche Verzerrung als Folge einer inneren Spannungsentlastung aufweisen. Ferner muß das verwendete Material flexibel sein und soll eine niedrige Wärmekapazität aufweisen.

Ein Material, welches den vorausgehend genannten harten Bedingungen genügt, ist Polyimid, welches in Folienform geeigneter Dicke von E. I. du Pont de Nemours & Co. unter dem Warenzeichen KAPTON erhältlich ist. Anderen hochtemperaturbeständige Polymere mit geeigneten mechanischen Eigenschaften sind Polyarylsulfone, Polyamidimide, hochtemperaturbeständiges Polyamid und aromatische Copolyester, wie sie beispielsweise von der Fa. Carborundum unter dem Warenzeichen Ekkcel hergestellt werden.

Metalle, wie rostfreier Stahl, können sich ebenfalls als Bandmaterial eignen, vorausgesetzt, daß sie in dünne Folien verarbeitet werden können, welche bei höherer Temperatur die geforderten Eigenschaften besitzen. Üblicherweise verwendete Metalle haben vergleichsweise eine höhere spezifische Wärme aus Polymerfolien und deshalb werden dünnere Folien verwendet, um die gesamte Wärmekapazität des Bandes innerhalb des gewünschten Bereichs zu halten. So könnte ein Substrat aus rostfreiem Stahl mit einer Stärke von 0,013 mm anstelle einer Polyimidfolie von 0,05 mm verwendet werden.

Das Substrat wird vorzugsweise durch Aufbringen eines Überzugs 152 reflektierend gemacht. Überzüge aus dünnem Aluminium oder Gold wie auch andere sind geeignet. Diese reflektierende Schicht ergibt kombiniert mit einem transparenten Bandmaterial die Fähigkeit, den Toner an der Oberfläche des Zwischenbildträ-



23 53 577

11

gers selektiv zu erhitzen.

Die bildaufnehmende Schicht 154 des Zwischenbildträger-Bandes ist vollständig mit dem Substrat 151 verbunden. Die Schicht 154 weist gewisse kritische, physikalische Eigenschaften auf, wie dies zu erwarten ist. Diese Eigenschaften umfassen eine freie Oberflächenenergie von  $4 \cdot 10^{-4}$  N/cm oder weniger, eine Härte zwischen etwa 3 bis 70 und vorzugsweise 10 bis 30 (Shore A).

Geeignete Materialien umfassen leitenden und nichtleitenden Silikongummi und Fluor-elastomere. Die jeweiligen Oberflächeneigenschaften hängen selbstverständlich von den gewünschten Übertragungsdaten und anderen Entwurfsparametern ab.

Das Band 150 ist mit leitenden Rändern 156 dargestellt, welche wahlweise angeordnet werden können, aber bevorzugt angeordnet werden. Die leitenden Ränder 156 gewährleisten, daß eine Ausbildung elektrischer Ladungen, etwa reibungsselektischer Ladungen oder anderer Ladungen, durch Erdung der Ränder 156 abgeleitet werden kann. Dies kann erfolgen durch geordnete, leitende Walzen, welche in Berührung mit den leitenden Rändern 156 stehen oder durch andere alternative Maßnahmen. Übliche Bänder gemäß Fig. 4 weisen Substrate mit einer Dicke von etwa 0,013 bis 0,13 mm auf, die mit Silikongummi von einer Stärke von etwa 0,0025 bis 0,25 mm und vorzugsweise etwa 0,013 bis 0,05 mm überzogen sind. Die reflektierende Schicht ist sehr dünn und beträgt üblicherweise etwa  $3 \cdot 10^{-2}$  µm.

Die Zwischenbildträger sind derart ausgebildet, daß sie einen hervorragenden thermischen Wirkungsgrad bei den Übertragungs- und Schmelzvorgängen sowie während des gesamten Kopierprozesses aufweisen. So sind die Materialien, Dicken usw. ausgewählt, um die Elemente mit einer niedrigen Wärmekapazität auszustatten. Dies wird erreicht, indem jede der Schichten so dünn gehalten wird, wie dies mit den anderen Parametern, beispielsweise der Festigkeit, vereinbar ist und indem Stoffe mit niedriger spezifischer Wärme verwendet werden. Bevorzugte Bänder haben, bezogen auf das eigene Quadratzenimeter ihrer Oberfläche entsprechende Volumen, eine gesamte Wärmekapazität, d. h. einschließlich aller Schichten, die unterhalb von etwa  $3,1 \cdot 10^{-3}$  cal · °C<sup>-1</sup> liegt.

Die Wärmeabsorption im Substrat wird ausgeschaltet oder erheblich verringert, indem dieses mit der dünnen reflektierenden Schicht überzogen wird. Die bildaufnehmende Schicht kann für sichtbares und infrarotes Licht transparent gemacht werden, indem transparente Silikongummi verwendet werden. Als Alternative kann die bildaufnehmende Schicht diffus reflektierend ausgebildet werden, indem Stoffe, wie Silikongummi verwendet werden, die Pigmente oder Füllmaterialien, wie Silikondioxid oder Titandioxid, enthalten.

Hinsichtlich des Übertragungs- und Schmelzvorgangs bei  $T_2$ , d. h. vom Zwischenbildträger zum endgültigen Trägermaterial, sind einige Parameter von Bedeutung. Diese umfassen die Zeit und die Breite der Kontaktstelle, die angewandte Druckkraft, die freie Oberflächenenergie und die Härte der bildaufnehmenden Schicht des Zwischenbildträgers, sowie die Temperatur des Toners und die Abhängigkeit der Viskosität des Toners von der Temperatur. Ferner kann die Dicke der bildaufnehmenden Schicht wichtig sein. Andruckkräfte zwischen 3,56 N bis 72,01 N pro Zentimeter Druckspaltlänge haben sich als geeignet erwiesen.

Eine Verschmelzung wird erhalten, indem erhitzter Toner gezwungen wird, in das Kopiergerät bis zu einer

12

merklichen Tiefe hineinzufließen und sich dort abkühlen und festsetzen kann. Es wurde gefunden, daß ein hervorragendes Verschmelzen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhalten wird. Man nimmt an, daß dies darauf beruht, daß der erhitzte Toner in das Papier getrieben wird, bevor es merklich abkühlen kann, wobei der Toner beim Kühlen am Papiersubstrat bis zu einer merklichen Tiefe anliegt und nicht lediglich an den Oberflächenfasern.

Die steuernden Parameter bei der vorausgehend beschriebenen Verschmelzung mittels Druck und Wärme umfassen die Temperatur, auf welche der Toner erhitzt wird, den angewandten Druck, die Anstiegszeit des Druckimpulses, die Anwendungsdauer des Drucks und die Länge der Übertragungszone. Theoretisch liegt eine ideale Situation vor, wenn hohe Drücke mit steilem Anstieg in Verbindung mit Tonern verwendet werden, die auf Temperaturen erhitzt wurden, bei welchen ihre Viskosität erheblich verringert ist, so daß sie unter dem angewandten Druck mühelos in das Papier fließen. Selbstverständlich können gewisse Abänderungen gemacht werden, beispielsweise können sehr hohe Drücke mit kurzen Druckanstiegen in Verbindung mit einem Toner verwendet werden, der auf eine Minimaltemperatur erwärmt wird, um einen sehr geringen Leistungsbedarf zu erzielen, jedoch ist der anwendbare Druck begrenzt, da sehr hohe Drücke das Kopierpapier verzerren und zu einer Wellenbildung führen, die zu Papierstaub führt; schließlich ist auch eine gute mechanische Stabilität in zu verwendenden Vorrichtungen erwünscht, die nicht erhalten werden kann, wenn sehr große Drücke verwendet werden.

Beim Betrieb innerhalb der vorausgehend genannten allgemeinen Richtlinien wurde festgestellt, daß der Toner auf eine Temperatur vorerwärmt werden sollte, welche ausreicht, um ein Fließen des Toners in das Kopierpapier bei den praktisch verwendeten Drücken in merklicher Tiefe zu erzielen. Vorzugsweise wird der Toner auf eine Temperatur erhitzt, die über seinem Schmelzpunkt oder höher liegt. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird dabei als Schmelzpunkt jene Temperatur angesehen, bei welcher der Toner eine dynamische Viskosität von  $14 \cdot 10^3$  Pa · s aufweist.

Der angewandte Druck sollte ausreichen, um ein Fließen des erhitzten Toners um einen merklichen Betrag in das Papier zu verursachen. Wenn der Toner auf eine Temperatur erhitzt wird, die im Bereich seines Schmelzpunkts liegt, so wurde gefunden, daß Kräfte zwischen etwa 17,65 N bis etwa 35,3 N pro Zentimeter Druckspaltlänge, die an den Andruckelementen wirksam sind, einen ausgezeichneten Schmelzvorgang ergeben. Ferner sollte der Druckimpuls innerhalb von 10 Millisekunden unter diesen Bedingungen einen Wert von mindestens 102,97 N/cm<sup>2</sup> erreichen und vorzugsweise etwa 138,3 N/cm<sup>2</sup> in 5 Millisekunden, und zwar aus Gründen des thermischen Wirkungsgrades.

Fig. 5 stellt eine graphische Darstellung der von und zum Kopierpapier ( $T_p$ ) überführten Wärme als Funktion der Zeit ( $t$ ) bei verschiedenen Tonerübertragungsverfahren dar. In Fig. 5(a) ist das Tonerübertragungsverfahren entsprechend der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Fig. 5(b) zeigt ein Tonerübertragungsverfahren gemäß der US-Patentschrift 3591 276 und Fig. 5(c) zeigt ein Übertragungs- und Schmelzverfahren, bei welchem der Toner elektrostatisch zum Kopierpapier übertragen und anschließend durch Wärme verschmolzen wird, wie dies bei vielen bekannten Verfahren erfolgt.



Aus Fig. 5(a) ist ersichtlich, daß die Temperatur des Papiers vor Erreichen der Übertragungszone nicht merklich ansteigt. In der Übertragungszone, die eng ausgebildet ist, erfolgt ein starker Temperaturanstieg, welcher jedoch nie als den Schmelzpunkt des Toners erreicht. Nach der Tonertübertragung erhitzt sich das Papier geringfügig, bevor es aus der Maschine austritt, was zu einer Abkühlung des Bandes beiträgt. Die Fig. 5(a) zeigt einen Fall ohne Vorerhitzung des Papiers, jedoch wird das Papier selbst beim Vorliegen einer Vorerhitzung niemals bis zum Tonerschmelzpunkt erhitzt und das Papier verläßt die Maschine mit einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur.

Im Gegensatz dazu ist aus Fig. 5(b) ersichtlich, daß gemäß dem Verfahren der US-Patentschrift 35 91 276 das Papier vor Erreichen der Übertragungszone, die breiter ausgebildet ist, auf eine über den Schmelzpunkt des Toners liegende Temperatur erhitzt wird. Da das Papier anfänglich auf einen derart hohen Wert erhitzt wird, kühlt es vor seinem Austritt aus der Maschine merklich weniger ab.

Aus Fig. 5(c) ist ersichtlich, daß das Papier vor der elektrostatischen Übertragung des Toners nicht erhitzt wird. Nach der Übertragung tritt das Papier durch eine Schmelzzone hindurch, wobei Papier und Toner auf eine hohe Temperatur erhitzt werden, die oberhalb des Tonerschmelzpunkts liegt, so daß der Toner am Papier veraschmälzt.

Fig. 6 zeigt eine Darstellung des Wärmeübergangs zum und vom Toner, ausgedrückt durch die Tonertemperatur ( $T$ ) über der Zeit ( $t$ ) in den verschiedenen Zonen des erfindungsgemäßen Übertragungs- und Schmelzverfahrens sowie beim Schmelzverfahren gemäß der US-PS 35 91 276, und in einer bekannten elektrostatischen Übertragungs- und Schmelzvorrichtung. Aus Fig. 6(a) ist ersichtlich, daß der Toner vor Erreichen der Übertragungszone mindestens auf seinen Schmelzpunkt erhitzt wird. In der Übertragungszone kühlt der Toner während des Übertragungs- und Schmelzvorganges auf unterhalb seinen Schmelzpunkt ab. Eine weitere Abkühlung des Toners tritt in der Kühlzone auf.

Im Gegensatz dazu zeigt Fig. 6(b), daß das Verfahren gemäß der US-PS 35 91 276 vor Erreichen der Übertragungszone von einer Temperatur des Toners ausgeht, die der Umgebungstemperatur entspricht. In der Übertragungszone wird Wärme von dem vorerhitzten Papier auf den Toner in ausreichender Menge übertragen, um den Toner auf mindestens seinen Schmelzpunkt zu erwärmen. Anschließend an den Übertragungsvorgang kühlt der Toner ab und schmilzt am Papier.

Aus Fig. 6(c) ist ersichtlich, daß die elektrostatische Übertragung nicht zu einer merklichen Erhöhung der Tonertemperatur in der Übertragungszone führt. In der Schmelzzone wird die Temperatur des Toners auf mindestens seinen Schmelzpunkt erhöht und anschließend kühlt der Toner ab, bevor er aus der Maschine austritt.

Fig. 7 gibt eine graphische Darstellung der Art des Druckimpulses, welcher erfindungsgemäß beim zweiten Übertragungsvorgang bevorzugt wird, sowie des Druckimpulses, welcher bei bekannten Druckübertragungsvorgängen üblicherweise verwendet wird, etwa beim Verfahren der erwähnten US-PS 35 91 276. Aus Fig. 7(a) ist ersichtlich, daß die vorausgehend beschriebenen Andruckelemente einen Druckimpuls mit einem steilen Anstieg und einem steilen Abfall erzeugen. Damit wird ein hoher und schmaler Impuls erhalten. Wie vorausgehend erläutert wurde, hat es sich als wünschenswert erwiesen, diese Art einer Druckübertragung anzuwenden, um den erhitzten Toner mechanisch in das Kopierpapier zu treiben, bevor er sich merklich abkühlen kann. Auf diese Weise wird ein hervorragender Schmelzvorgang erhalten.

Fig. 7(b) zeigt andererseits einen Druckimpuls, wie er früher verwendet wurde. Da die Kraft über eine verhältnismäßig breite Kontaktfläche verteilt ist, ist der Impuls kürzer und breiter als dargestellt. Diese Art einer Druckanwendung ist bei Verfahren notwendig, wo der Kontakt zwischen Papier und Toner verwendet wird, um den Toner über seinen Schmelzpunkt zu erhitzen, so daß ein Verschmelzen erhalten wird.

Es wurden Probelaufe mit einer Tonertübertragungs- und Schmelzvorrichtung durchgeführt, welche ähnlich, wie jene in Fig. 1 aufgebaut war. Bei Gleichgewichtsbedingungen wurden dabei folgende Ergebnisse erhalten. Ein Tonerbild aus einem Toner mit einem Schmelzpunkt bei 132°C wird ausgehend von Aufzeichnungsmaterial-Blättern aus Zinkoxidpapier einem bandförmigen Zwischenbildträger zugeführt. Der Zwischenbildträger besteht aus einem aluminiumbeschichteten Polyimid-Substrat mit einer Dicke von 0,0508 mm, welches mit einer Schicht aus Silikonöl mit einer Dicke von 0,025 mm überzogen ist. Das übertragene Tonerbild wird selektiv über seinen Schmelzpunkt vorerhitzt, und zwar mittels Quarz-Wolfram-Lampen, die mit 1000 Watt beschickt werden. Die Lampen sind von einem Wärmereflektor umgeben. Gewöhnliches kaltes Kopierpapier mit einer Breite von 21,6 mm wird von einer Rolle mit einer Geschwindigkeit von 38 cm/Sekunde abgenommen und in Berührung mit dem Übertragungsband an einer Stelle gebracht, die in der Nachbarschaft zum Ausgang des Heizstrahlers liegt. Dies erfolgt unter Verwendung eines Druckstabes mit einer Kante von 1,9 mm, welcher sich über die Breite des Kopierpapiers erstreckt. Eine Andruckkraft von 888,5 N wird auf den Druckstab ausgeübt. Dabei wurde ein ausgezeichnete Übertragungs- und Schmelzvorgang erhalten.

Es ist offensichtlich, daß statt der in den Zeichnungen dargestellten Strahlungsheizvorrichtungen auch Mikrowellen-Heizvorrichtungen verwendet werden können, da die meisten der für den Zwischenbildträger verwendeten Materialien niedrige dielektrische Verlustfaktoren aufweisen. Bei Verwendung von Mikrowellen-Heizvorrichtungen sollten diese Hohlräume zur Konzentrierung des Mikrowellenfeldes aufweisen.

Ferner wäre es bei Verwendung von Mikrowellen-Heizvorrichtungen vorzuziehen, Toner zu verwenden, welche einen höheren Anteil an Ruß aufweisen als er normalerweise verwendet wird, beispielsweise einen Toner mit 65% Polystyrol und 35% Ruß, wie er in der US-Patentschrift 36 69 707 in Spalte 7, Zeilen 33 bis 35 erwähnt wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 23 53 577  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: G 03 G 13/18  
 Veröffentlichungstag: 21. März 1985

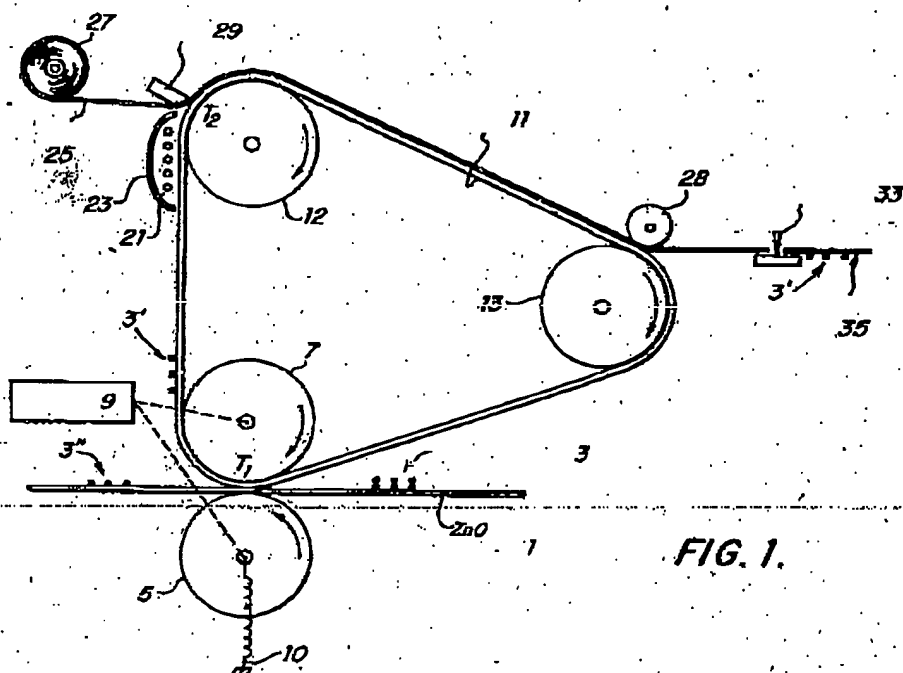


FIG. 1.

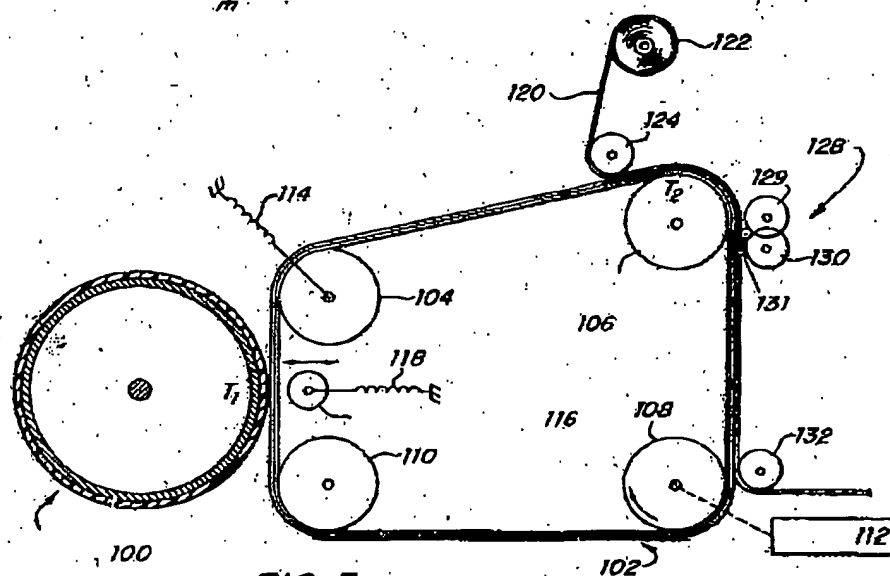


FIG. 3.

ZEICHNUNGEN BLATT 2

Nummer: 23 53 577  
Int. Cl. 2: G 03 G 13/16  
Veröffentlichungstag: 21. März 1985

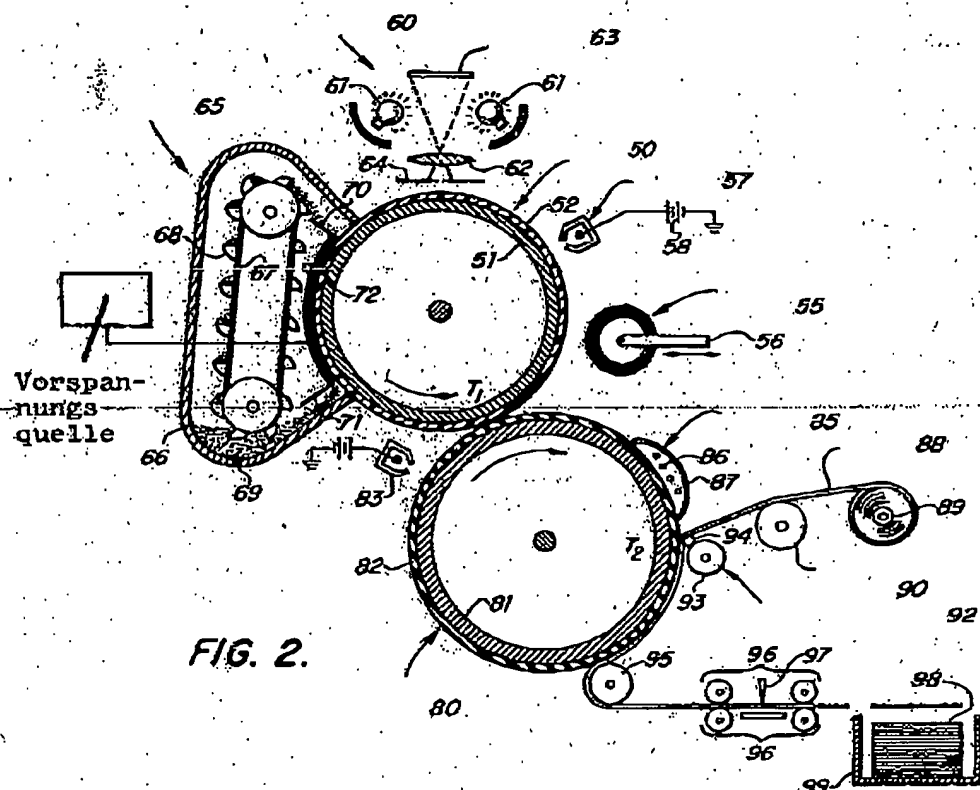


FIG. 2.

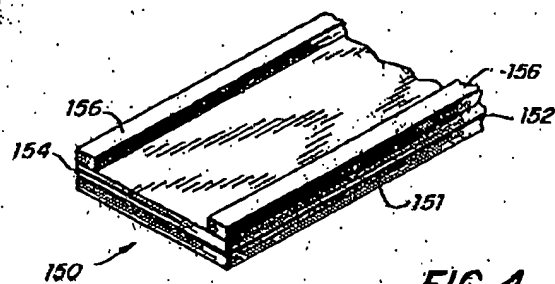


FIG. 4.

ZEICHNUNGEN BLATT 3

Nummer:

23 53 577

Int. Cl. 3:

G 03 G 13/16

Veröffentlichungstag: 21. März 1985

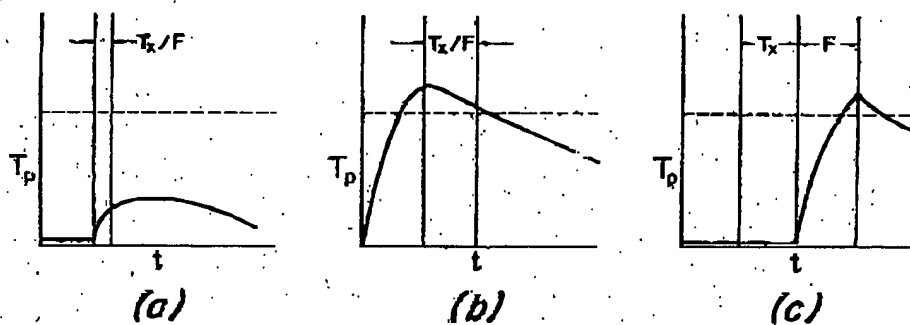


FIG. 5.

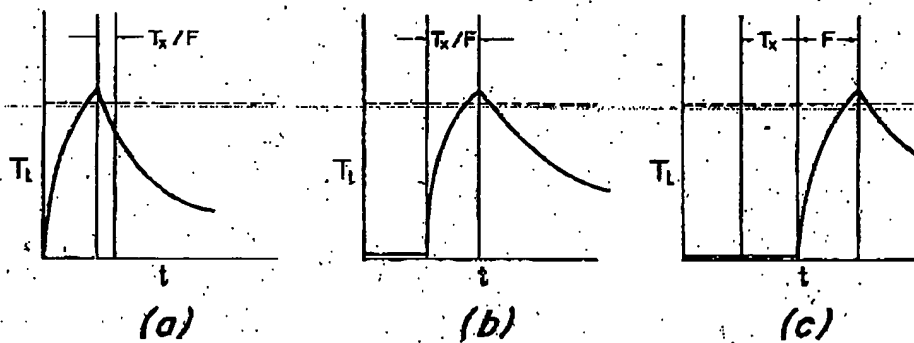


FIG. 6.

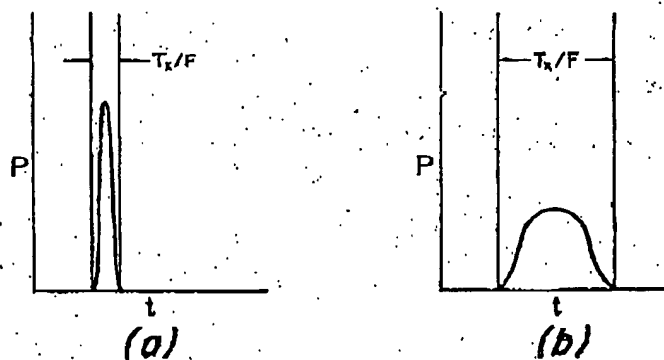


FIG. 7.